

# 間欠冷蔵処理回数がイチゴ‘女峰’の開花に及ぼす影響

花田 惇史 (岡山大学大学院環境生命科学研究科)

吉田 裕一・後藤 丹十郎・安場 健一郎・田中 義行

(農学部附属山陽園フィールド科学センター)

## 緒 言

一般的に一季成り性のイチゴ (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) は短日植物に分類され、低温・短日条件で花芽分化が促進される (Ito・Saito, 1962)。この特徴を利用した人工的な花芽分化促進処理として、夜冷短日処理と暗黒低温処理があり、いずれも9月上旬の定植を目標に15日程度の連続処理が行われている。夜冷短日処理は、形態的花芽分化を確認できるまで処理を継続することが可能であり、安定した処理効果が得られるが、処理施設に大きな費用が必要で、ランニングコストも大きい。一方、暗黒低温処理は果実予冷用の冷蔵庫でも処理が可能であり比較的低コストであるが、処理効果が不安定になりやすい (古谷ら, 1988; 宍戸ら, 1990)。いずれの処理方法にも欠点があるため、全国的に広く普及するには至っていない。

これまでの研究で、果実予冷用の冷蔵庫を用いて2～4日間の暗黒低温処理を合計8日程度、間欠的に繰り返し行う間欠冷蔵処理によって、イチゴに対して安定的な花芽分化促進効果を得られることが明らかになった (Yoshida *et al.*, 2012)。間欠冷蔵処理においては、冷蔵庫と自然条件下での管理日数を同じにすることで、連続的な低温暗黒処理と比較して2倍の苗を処理することができる。しかし、複数回の搬入／搬出作業が必要になるため、処理回数が少ないほど効率的である。また、総処理日数が減少するため、さらに処理株数を増加させることが可能になるかもしれない。本研究では、処理の効率向上を目的として、‘女峰’に対する間欠冷蔵処理の最適な処理回数および処理時期について検証した。

## 材料および方法

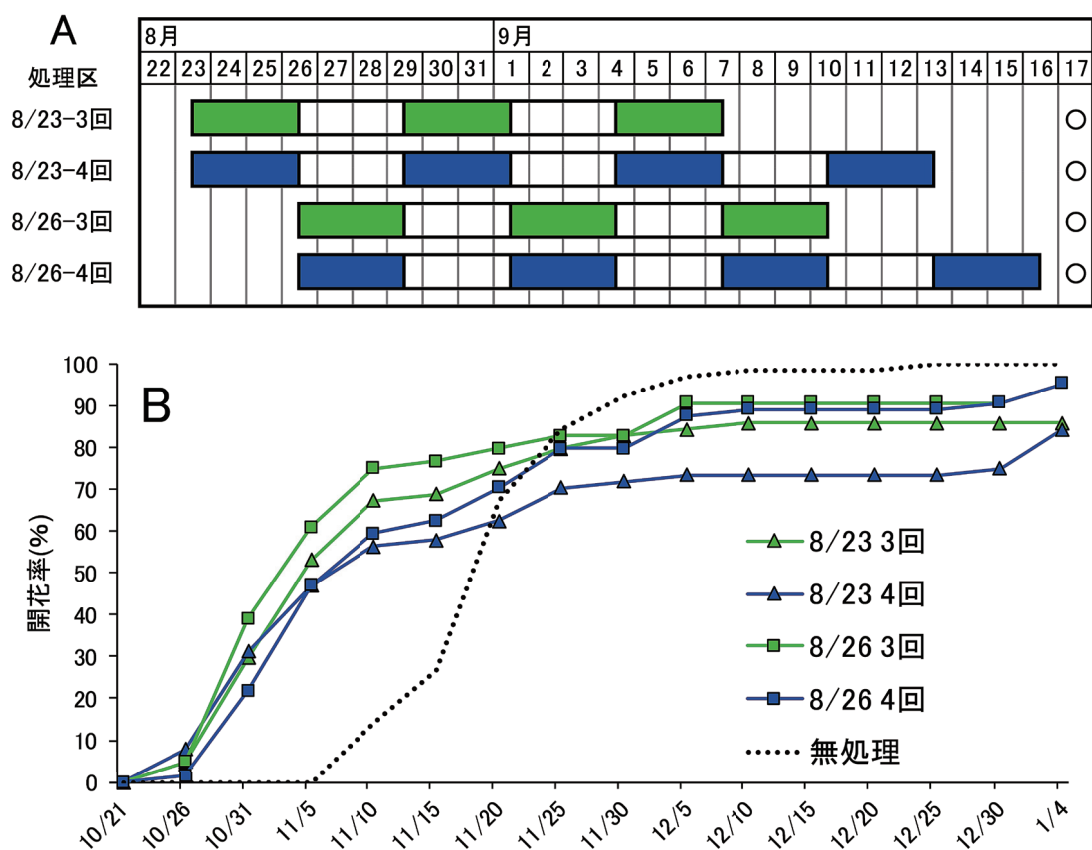
実験は2010年および2012年に行い、いずれも空中採苗したイチゴ‘女峰’を供試した。2010年は7月24日、2012年は7月13日にそれぞれ35穴すくすくトレイ ((株) 丸三産業) に、既報 (Yoshida・

Motomura, 2011) と同様の条件で挿し苗した。挿し苗7～8日後から、冷蔵処理を開始する5日前まで30%濃度の太塚A処方培養液を1L／トレイずつ週3回与えた。間欠冷蔵処理は3日冷蔵／3日自然を1サイクルとし、2010年は3または4サイクルの処理を8月23日 (8/23-3回区, 8/23-4回区) または26日 (8/26-3回区, 8/26-4回区) に開始し (第1図A)、2012年は2～4サイクルの処理を8月22日 (8/22-3回区, 8/22-4回区) または28日 (8/28-2回区, 8/28-3回区) に開始した (第2図A)。いずれの年も、冷蔵処理は岡山大学農学部附属山陽園フィールド科学センターのプレハブ冷蔵庫で行い、設定温度は15℃とした。トレイの搬入、搬出はすべて正午に行った。2010年は9月17日に、2012年は9月13日に、それぞれ岡山市北区芳賀の (有) のぞみふぁーむハウス内 (最低気温9℃) に設置したピートバッグ (pH調整済みのピートモス16Lを充填、(株) 住化農業資材) に、株間20cmで8株ずつ定植した。各処理区64個体を供試し、全個体の頂花房第一花開花日を記録した。

## 結 果

2010年は、間欠冷蔵処理区の開花始めが無処理区よりも早くなった (第1図B)。11月10日時点の開花率は、8/26-3回区が最も高く、8/23-3回区、8/26-4回区、8/23-4回区の順に低くなり、それぞれ75.0%、67.2%、59.4%、56.3%であった。それぞれの処理区において、年内に開花しないような極端に開花の遅れる株が多発したことから平均開花日で比較することは困難であった。そこで、11月10日時点の開花率をカイ二乗検定により解析した結果、8月23日処理開始区および、8月26日処理開始区における3回処理区と4回処理区間の開花率の差に関する有意確率は、それぞれ6.3%および29.3%であった。

2012年は、2010年と同様、いずれの間欠冷蔵処理区も、無処理区より開花始めが早く、平均開花日も有意に早くなった。ただし、処理区間の違いが2010



第1図 間欠冷蔵処理回数が‘女峰’の開花に及ぼす影響 (2010)。A:間欠冷蔵処理の処理サイクルと定植日。着色部分は冷蔵庫内で、無着色部分は自然条件下でそれぞれ苗を管理したことを示す。○は定植日を示す。B:開花率の変化。凡例は処理開始日および処理回数を示す。

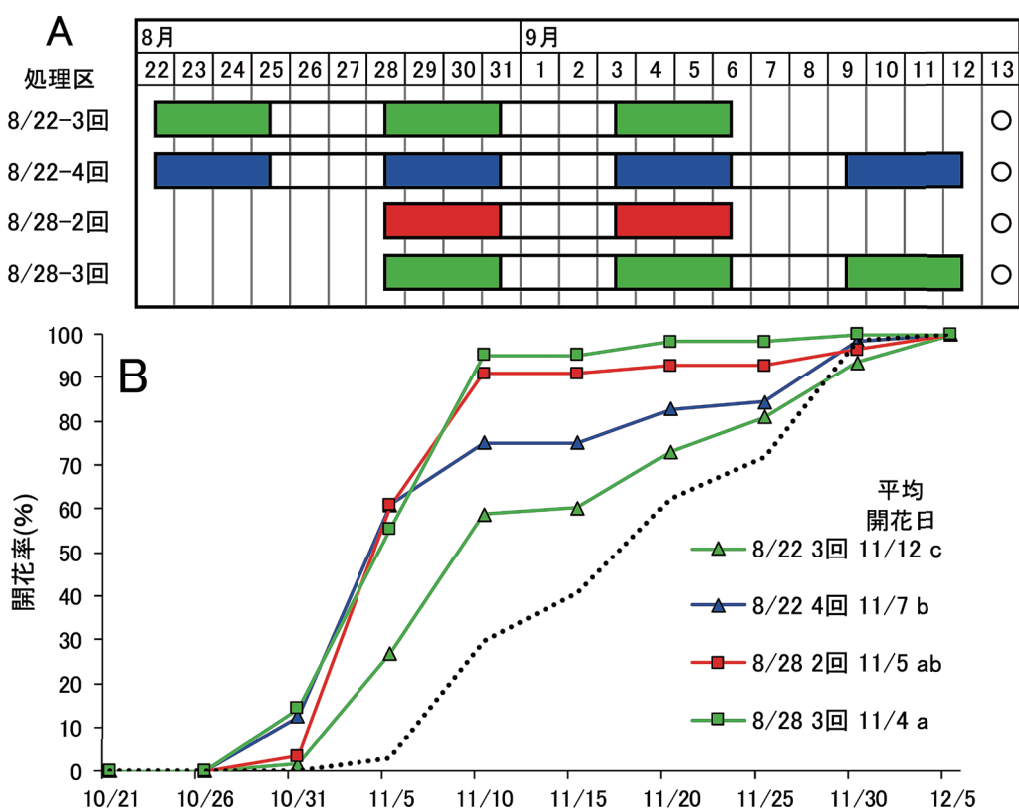
年より大きかった (第2図B)。8月22～25日の冷蔵処理の有無のみが異なる8/22-3回区と8/28-2回区 (第2図A) を比較すると8/22-3回区は、8/28-2回区より開花の斉一性が低く、平均開花日が有意に遅かった。同様に、8/22-4回区と8/28-3回区を比較すると、処理回数の多い8/22-4回区の方が開花は遅くなった。また、8/28-2回区と8/28-3回区はほぼ同様の開花率の推移を示し、平均開花日間に有意な差は認められなかった。8/22-3回区は、処理回数が同じである8/28-3回区よりも明らかに開花の斉一性が低く、平均開花日が有意に遅かった。

## 考 察

これまでの研究 (Yoshida *et al.*, 2012; 吉田ら, 2014) で、‘女峰’に対する間欠冷蔵処理は3日冷蔵／3日自然×3回処理で最も安定した効果が得られている。2010年は8月の気温が高く、その後も高い気温が続くと予想され (第3図)、全体に花芽分化が遅れると考えられたことから、4回処理区を加えた。

処理回数を増やすことによってより高い開花促進効果を得られると期待されたが、11月10日時点の開花率は、8/26-3回区>8/23-3回区>8/26-4回区>8/23-4回区となり、統計的に有意ではなかったものの4回処理の開花促進効果が3回処理より小さかった。したがって、9月10日以降に開始した8/23-4回区および8/26-4回区の4回目の冷蔵処理には花芽分化促進効果はなく、冷蔵中に光合成が抑制されることがむしろ花芽分化に対して抑制的に働く可能性が高いと考えられた。連続的な低温暗黒処理において、長期間光合成が阻害されることによって糖などの同化産物が不足し、花芽分化が抑制されること (古谷ら, 1988) や、明期の挿入によってこのような光合成産物不足が軽減されること (Nishizawa *et al.*, 1997) が明らかにされている。

2012年は、8/22-3回区よりも8/28-2回区の方が、8/22-4回区よりも8/28-3回区の方が、それぞれ開花の斉一性が高く、平均開花日も有意に早くなった (第2図B)。このことから、8月22～25日の冷蔵処理

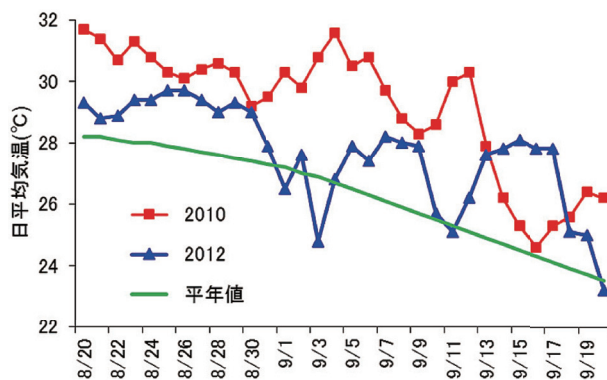


第2図 間欠冷蔵処理回数と処理時期がイチゴ‘女峰’の開花に及ぼす影響 (2012)。A：間欠冷蔵処理の処理サイクルと定植日。着色部分は冷蔵庫内、無着色部分は自然条件下でそれぞれ苗を管理したことを示す。○は定植日を示す。B：開花率の変化。凡例は処理開始日，処理回数，平均開花日を示す。異なる文字は平均開花日間に $P<0.05$ で有意な差があることを示す (Tukeyの多重比較検定)

(第2図A) も花芽分化に抑制的に作用したと考えられる。8/22-4回区は8/22-3回区より開花が早かったが、8/28-2回区および8/28-3回区の開花率の推移がほぼ同じであったことから、9月9日からの3日間の冷蔵処理の効果は非常に小さかったといえる。すなわち、2012年においては8月28日～9月6日の3日×2回の冷蔵処理が開花促進に特に強く寄与したと考えられる。

また、8/22-3回区は8/28-3回区よりも平均開花日が有意に遅くなった。処理回数だけでなく、処理開始時期も間欠冷蔵処理の効果を左右する重要な要因の一つであるといえる。‘女峰’においては、挿し苗日が早く、挿し苗時の葉数が多いものほど開花が早くなる (Yoshida・Motomura, 2011)。吉田・森本 (2010) の報告のとおり、挿し苗時期の遅れに伴って育苗期間が短縮されると、株の充実が劣ることで花芽分化が不斉一になりやすい。また、35穴すくすくトレイよりも培地容量の大きい9cmポットで育苗した場合の方が、間欠冷蔵処理の効果が高い (近藤・

松崎, 2011) ことから、若齢苗や小さな苗よりも、苗齢の進んだ苗やサイズの大きな苗の方が、間欠冷蔵処理による開花促進効果を得られやすいと考えられる。本実験において、処理開始時期の遅い処理区でより開花が早くなったことについても、3日間の低温処理後のより高い温度と日長によって花成刺激が打ち消されやすいことに加えて、処理開始時の苗の充実度の違いが要因の一つとなった可能性が高い。



第3図 日平均気温の推移 (岡山气象台)

2010年の処理が2012年より全体に劣った最大の要因は8月下旬以降の高温（第3図）と考えられるが、挿し苗が約10日遅く、苗の充実が劣ったことが影響した可能性は否定できない。

いずれの年においても、3日冷蔵／3日自然を1サイクルとする間欠冷蔵処理では3回処理で十分な開花促進効果を得られ、4回処理はむしろ3回処理よりも開花が遅くなる傾向にあった。2回処理でも3回処理と同等の十分な効果を得られることが明らかになったことから、今後はより効率的な3日／3日×2回処理について、苗質や処理開始時期などの最適な条件について検討することが必要と考えられる。

## 摘 要

イチゴの間欠冷蔵処理は、低コストでかつ安定的な効果を得られる新たな開花促進技術として期待されている。イチゴ‘女峰’を用い、3日15℃冷蔵／3日自然の処理を1サイクルとして、間欠冷蔵処理の最適な処理回数（2～4回）と処理時期について検討した。2010年および2012年の8月22日から8月28日に処理を開始したところ、両年において間欠冷蔵処理による一定の開花促進効果が認められた。4回処理によって、3回処理や2回処理よりも高い効果を得られることはほとんどなく、むしろそれらよりも開花が遅れる傾向にあった。2012年は8月28日処理開始とする2回処理で最も高い開花促進効果が得られ、8月22日処理開始とする3回処理区や4回処理区よりも平均開花日が有意に早くなった。処理時期によっては2回処理で十分な効果が得られたことから、早期および多回数の暗黒条件下での低温処理はむしろ開花を遅らせる要因になる可能性が示唆された。

## 引用文献

古谷茂貴，山下正隆，山崎 篤，1988，暗黒下での低温によるイチゴの花芽誘導に及ぼす体内窒素濃度の影響，野菜・茶業試験場研究報告，D1，51-57。

Ito, H. and T. Saito, 1962, Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. Tohoku J. Agr. Res., 13, 191-203.

近藤弘志，松崎朝浩，2011，間欠冷蔵処理がイチゴ‘さぬき姫’，‘女峰’の開花に及ぼす影響，園学研，10（別2），149。

Nishizawa, T., Y. Shishido, M. Kudo, H. Kumakura and H. Hamamoto, 1997, Petiole length, chlorophyll and carbohydrate levels, and photosynthetic rates of June-bearing strawberry plants as influenced by red-light irradiation during storage under cool conditions. Sci. Hortic., 72, 25-33.

穴戸良洋，熊倉裕史，新井和夫，1990，イチゴの花芽分化及び果実肥大に関する研究（第1報）花芽分化及び果実肥大に及ぼす暗黒低温処理及び夜冷短日処理の影響，野菜，茶業試験場研究報告，C1，45-61。

吉田裕一，森本由香里，2010，トレイ育苗したイチゴ‘女峰’の花芽分化と開花に及ぼす挿し苗時期と施肥中断時期の影響，岡山大学農学部学術報告，99，49-53。

Yoshida, Y. and S. Motomura, 2011, Flower initiation in June-bearing strawberry as affected by crown depth, age, and size of tray plants. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 80, 26-31.

吉田裕一，西本登志，松崎朝浩，山崎敬亮，2014，間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進－処理技術の理論と実際－「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業22076間欠冷蔵処理によるイチゴの花芽分化促進技術の確立」研究成果概要（間欠冷蔵処理マニュアル），岡山大学学術リポジトリ，(<http://ousar.lib.okayama-u.ac.jp/metadata/49365>).

Yoshida, Y., E. Ozaki, K. Murakami and T. Goto, 2012, Flower induction in June-bearing strawberry by intermittent low temperature storage. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 81, 343-349.